心理科学进展 2018, Vol. 26, No. 1, 26–41
Advances in Psychological Science DOI: 10.3724/SP.J.1042.2018.00026

·元分析(Meta-Analysis)·

# 自闭症谱系障碍者的面孔加工特点——眼动研究的元分析*

郝艳斌 王福兴 谢和平 安 婧 王玉鑫 刘华山
(湖北省人的发展与心理健康重点实验室, 华中师范大学心理学院, 武汉 430079)



**摘 要** 以往研究将回避眼睛作为自闭症谱系障碍的评估标准之一, 但是一些眼动研究发现: 自闭症谱系障碍者也回避注视嘴部。那么回避嘴部是否同样可以作为评估标准? 本研究运用元分析, 分别将面孔核心区域中眼睛和嘴部的注视时间作为结果变量, 探讨自闭症谱系障碍者面孔加工的注视特点。通过文献检索和筛查, 共有27篇眼动文献被纳入最终的元分析, 其中眼睛注视时间生成43个独立效应量(1343人), 在嘴部注视时间生成36个独立效应量(1112人)。结果发现, 自闭症谱系障碍组对眼睛的注视时间显著少于普通被试组($d$ = −0.75), 但是两组在嘴部注视时间上没有显著差异($d$ = −0.29)。调节效应检验发现: 年龄($d_{儿童}$ = −0.89, $d_{成人}$ = −0.04)、面孔方向($d_{正立}$ = −0.79, $d_{倒置}$ = 0.31)会影响被试对眼睛的注视时间; 年龄($d_{儿童}$ = 0.40, $d_{成人}$ = −0.56)、言语智商($d_{匹配}$ = 0.63, $d_{不匹配}$ = −0.62)和非言语智商的匹配性($d_{匹配}$ = 0.27, $d_{不匹配}$ = −0.51)、自闭症的严重程度($d_{高功能}$ = 0.43, $d_{中低功能}$ = −0.65)和任务方式($d_{自由浏览}$ = −0.48, $d_{辨别任务}$ = 0.90)则会影响被试对嘴部的注视时间。元分析结果表明嘴部注视不能作为区分自闭症谱系障碍者的指标。

**关键词** 自闭症谱系障碍者; 眼动; 面孔加工; 元分析; 眼睛
**分类号** R395

## 1 引言

自闭症谱系障碍(Autism Spectrum disorders, ASD)是一种常见而且较为严重的发展障碍, 近10年患病率逐年上升, 得到研究者们的广泛关注(陈顺森, 白学军, 张日昇, 2011; Szatmari, 2011, Sun et al., 2015)。传统诊断方法较为主观, 比如评估社交技能和交流能力行为。这需要施测者具备丰富的专业背景知识进行主观评价, 而且难以得到婴幼儿的积极配合, 获取真实有效的直接结果。随着科技进步, 眼动技术能客观高效且非侵入式地研究婴幼儿及特殊儿童的眼睛运动和注意特征, 较好地弥补了传统方法缺乏的客观性(王福兴, 童钰, 钱莹莹, 谢和平, 2016)。此外, 眼动能一定程度弥补传统测验主观性较强的缺陷, 客观、量化和即时反映ASD者的面孔加工异常, 因此得到大量研究者的关注(Falck-Ytter, Bölte, & Gredebäck, 2013; Falck-Ytter, Carlström, & Johansson, 2015; Moriuchi, Klin, & Jones, 2017)。

### 1.1 自闭症谱系障碍者面孔加工异常

面孔是识别个人和人与人之间沟通交流的重要媒介, 其中蕴含丰富的社会信息, 因此在日常社交生活中具有重要意义。觉察他人眼睛和保持良好的眼神接触均是获得社会信息的方法。普通人在面孔加工的时候, 目光接触是重要的非言语沟通, 倾向于注视眼睛等社会信息丰富区域, 以期获得面孔中的社会信息(Tanaka, Lincoln, & Hegg, 2003)。但是针对ASD者的社会注意的元分析发现, ASD者比普通人更多回避社会信息, 其中社会信息涵盖场景中人物的面孔和身体(Chita-

收稿日期: 2017-04-28
* 人的发展与心理健康湖北省重点实验室(华中师范大学)开放课题和华中师范大学中央高校基本科研业务费项目(CCNU16A02023)资助。
通信作者: 王福兴, E-mail: fxwang@mail.ccnu.edu.cn; 刘华山, E-mail: hsliupsycho@263.net

Tegmark, 2016)。具体来说, ASD 者与普通人在面孔加工是有差别的, 而且具有一定的争议, 主要表现在注视眼睛和嘴部区域: 有研究者发现 ASD 者同时回避面孔中的社会信息丰富的眼睛和嘴部(Chawarska & Shic, 2009; Guiraud et al., 2012; Hanley, McPhillips, Mulhern, & Riby, 2013); 另有研究发现 ASD 者回避眼睛, 更多注视嘴部进行社会信息补偿(Klin, Jones, Schultz, Volkmar, & Cohen, 2002); 还有一部分研究者则发现 ASD 者回避眼睛, 嘴部注视与普通人没有差别(van der Geest, Kemner, Verbaten, & van Engeland, 2002)。以下结合理论假设和实证研究阐述 ASD 者的面孔核心区域加工特点。

**1.1.1　单纯回避社会信息?**

有研究者认为, ASD 者面孔加工异常的主要原因是对社交信息缺乏兴趣, 即回避眼睛、嘴部这类社会信息丰富区域(江雪芳, 2013; Dalton, Nacewicz, Alexander, & Davidson, 2007; Falck-Ytter & von Hofsten, 2010; Wagner, Hirsch, Vogel-Farley, Redcay, & Nelson, 2013)。ASD 最为核心的特征即为社会功能障碍, 最早的眼动研究是自闭症者自由浏览面孔图片, 结果发现自闭症在进行面孔加工时, 总是尽可能地回避面孔中核心部位——眼睛、鼻子和嘴部区域(Pelphrey et al., 2002)。Nakano 等(2010)发现, 与普通被试组和言语发育迟缓组相比, ASD 者更多注视图片中的客体、背景等非社会信息, 较少关注面孔这类社会信息丰富的刺激。有研究采用注意偏好范式(preferential looking paradigm)发现, ASD 幼儿偏好注视画面中的几何图案, 而不是和普通儿童一样倾向关注丰富社会信息的区域(Pierce, Conant, Hazin, Stoner, & Desmond, 2011)。ASD 者在进行面孔加工社会信息时, 负责面部特征分析的梭状回(fusiform face area)脑区激活程度较低, 加工面部中的社会特征信息较为困难, 转而指向其他非社会性信息(Falck-Ytter & von Hofsten, 2010)。综上所述, ASD 者较难加工社会信息, 所以比普通人更少注视眼睛、嘴部这些社会信息丰富的区域。

**1.1.2　注视嘴部弥补缺失信息?**

但是一项早期眼动实证研究发现: 和普通人相比, ASD 者回避注视眼睛, 更多注视嘴部区域, 较多注视嘴部的行为是一种社会信息补偿的形式(Klin et al., 2002)。Klin 等人(2002)选取社交场景丰富的电影片段作为实验材料, 比较 ASD 者和普通成人自由观看视频的眼动轨迹。结果发现, 成年 ASD 者比普通成人注视眼睛时间更少, 嘴部、身体和客体区域的注视时间更多; 眼睛注视时间和社会能力没有相关关系, 嘴部注视时间与其社会适应能力呈正相关, 与社交障碍程度呈负相关。这意味着 ASD 者难以从眼神接触获取社会信息, 但是注视嘴部是获得面孔中的社会信息的有效途径, 补偿回避眼睛错过的社会信息(Klin et al., 2002)。随后 Joseph 和 Tanaka (2003)采用面孔再认任务同样发现: 如果出现的面孔仅眼睛不同, ASD 儿童辨认的正确率低于普通儿童; 嘴巴不一样时, ASD 者的辨识面孔正确率高于普通儿童。这表明嘴部信息在 ASD 者的面孔信息加工中具有重要作用。Spezio, Adolphs, Hurley 和 Piven (2007)采用气泡技术模糊面孔细节进行辨别任务, 结果发现高功能 ASD 者倾向于依据嘴部区域判断情绪, 普通儿童根据眼睛来辨别情绪。ASD 者无法从眼睛区域获取社会信息, 可能因为其社会脑网络中右侧颞上沟后部(posterior superior temporal sulcus)发育异常, 而这一区域与凝视眼睛推测社会信息的能力紧密相关: 在凝视眼睛时 ASD 者比普通儿童激活程度低, 意味 ASD 者通过眼睛推测社会信息的能力有所欠缺(Nummenmaa & Calder, 2009)。最近, Moriuchi 等人(2017)对 ASD 者区分了注视忽略(gaze indifference)和注视回避(gaze aversion)两种倾向, 结果发现 ASD 者的首次注视到达时间和注视总时间不会随着屏幕中的人物眼睛角度发生改变, 表明 ASD 对于眼睛信息是不敏感的, 是一种注视忽略。综上所述, ASD 者从眼睛区域获取社会信息(如: 识别情绪)的能力极其有限, 并将该区域信息视为无意义; 嘴部信息则是辨别面孔或情绪等社会信息的主要来源。因此 ASD 者比普通人更少注视眼睛, 但是更多注视嘴部区域。

**1.1.3　眼睛威胁焦虑?**

眼睛威胁假说则认为, ASD 者是将眼睛视为社会性威胁, 凝视眼睛会引起 ASD 者的高度生理唤起和焦虑; 因此回避眼睛是一种适应性行为, 但是注视嘴部和普通人相同(Dalton et al., 2005)。嘴部在面孔加工中是辅助觉察的区域, ASD 者不会特别关注。情感唤起模型(affective arousal model)认为在普通人发展的过程中, 在社会交际中眼神接触与互动交流、积极经验息息相关, 同

时还会带来内在奖励价值(如：在普通的发展中，眼神接触通过以往社交互动中的大量积极经验和多次眼神对视带来的情感交流反馈，形成积极价值)，ASD 却难以将社会互动中的眼神接触感知为具有积极价值的行为(Hutt & Ounsted, 1966)。同样过度觉醒模型(hyperarousal model)认为，ASD 者将眼睛视为强烈的厌恶刺激，回避眼睛是一种适应性反馈(Senju & Johnson, 2009)。因此 ASD 者的面孔加工障碍，一方面可能源自以往学习中眼睛的非积极价值反馈；一方面源自情绪的中枢回路神经高度激活，致使其对社会刺激的负面情绪和敏感性增加，形成回避眼睛的结果(Aoki, Cortese, & Tansella, 2015; Dalton et al., 2005)。ASD 者与控制组相比，在眼睛上注视时间较短，但是注视嘴部方式和普通人一样，较多注视嘴部的现象在后续实验中难以重复，所以被视为是偶然结果(Dalton et al., 2005)。眼睛威胁的假设认为 ASD 者将眼睛视为威胁刺激，会回避注视眼睛区域；即使呈现额外较多地注视嘴部，也只是回避眼睛过程中的偶然结果(Dalton et al., 2005; Guillon, Hadjikhani, Baduel, & Rogé, 2014)。ASD 者将眼睛的凝视视作威胁，回避眼睛能有效降低脑区对社会刺激的过度激活。因此 ASD 者比普通人更少注视眼睛，但是注视嘴部区域没有差别。

综上所述，单纯回避社会信息的假设认为，ASD 者面孔加工异常的主要原因是对社交信息缺乏兴趣，不仅回避眼睛，而且同样回避嘴部这样社会信息丰富区域；注视嘴部弥补信息的假设认为，和普通人相比，ASD 者呈现出回避眼睛，更多注视嘴部，这种行为是回避眼睛带来的社会信息补偿形式；眼睛威胁焦虑的假设则认为回避眼睛是一种适应性行为，但是注视嘴部是和普通人相同的模式，嘴部不具备特别意义。

针对 ASD 者注视眼睛和嘴部的不一致结果，Papagiannopoulou, Chitty, Hermens, Hickie 和 Lagopoulos (2014)将 16 岁以下的 ASD 作为实验组，普通人作为控制组，进行了元分析：结果发现 ASD 者比普通人更少注视眼睛($d$ = −0.83)，注视嘴部没有差异($d$ = 0.12)。但是该元分析的文献纳入范围较小，仅仅讨论 16 岁以下的 ASD，样本量小($N$ = 14)。自闭症谱系障碍是一种发展障碍，更需要探讨 ASD 的发展全程；嘴部注视时间的效应量异质性($I^2$ = 70.94%)，意味着元分析的嘴部注视结果不够稳固；异质性较大表明有调节变量会影响注视时间的效应量，但是元分析未对调节变量一一分析，没有详细解释效应量的变异来源；最后 Papagiannopoulou 等(2014)未进行发表偏差检验，结果的可靠性仍需要进一步探讨。同时在 Chita-Tegmark (2016)的元分析中，探讨的是 ASD 者的社会注意，其中包含了场景的人物的面孔和身体，偏向于研究的是 ASD 的总体社会信息加工，未将面孔加工分离出来，尤其是将面孔中眼睛和嘴部进行细分，进一步探讨区分 ASD 注视面孔核心区域的差异和验证以上假说。

### 1.2 面孔加工的重要影响变量

Greimel 等 (2014)认为，自闭症谱系障碍者面孔加工可能受其他因素的影响，成为重要的调节变量。综合先前研究发现，年龄、言语智商与非言语智商的匹配性、症状的严重程度、任务方式、面孔方向和社交场景可能是面孔加工的重要调节变量(Chita-Tegmark, 2016)。

#### 1.2.1 年龄

年龄条件分为儿童和成年人。自闭症作为发展障碍病症，分析年龄可以了解 ASD 者加工面孔的眼睛和嘴部注视特点与其发展特征的关系，进而能更好地量化自闭症的早期症，Papagiannopoulou 等(2014)仅分析了 16 岁以下 ASD 者，没有分析 ASD 者完整的发展历程。Jones 和 Klin (2013)采用纵向研究，发现在随后被确诊 ASD 的婴儿，早在出生 2~6 个月就会随着年龄的增加，对眼睛的注视时间逐渐减少。在出生伊始，这些随后被确诊 ASD 的婴儿的眼睛注视时间和正常婴儿是处于同样的正常水平，出生后期才会出现注视眼睛异常的现象，可能是社会适应能力受损的结果(Jones & Klin, 2013)。Nakano 等人(2010)也发现，ASD 的儿童组、成人组在注视眼睛和嘴部区域上有不同。所以年龄发展特征对于 ASD 者的注视行为有重要的调节作用。

#### 1.2.2 言语智商与非言语智商的匹配性

在被试的选取中，实验组和控制组智商的匹配性可能会影响组间效应量。具有良好社会或语言能力的 ASD 比弱语言能力的个体更多注视交流线索，比如沟通信息来源的嘴部(Papagiannopoulou et al., 2014)。纵观已有的研究，一部分研究仅进行年龄和性别匹配，没有将智商进行组间匹配，这是由于 ASD 是一种发育障碍，在智力上较同龄普

通人发展迟缓，年龄和智商较难同时匹配(陈顺森，白学军，沈德立，闫国利，张灵聪，2011；陈顺森，白学军，沈德立，张灵聪，2012; Tenenbaum, Amso, Abar, & Sheinkopf, 2014)；仍有部分研究严格控制匹配条件，在年龄、性别和智商总分这三项进行一一匹配(Spezio et al., 2007; Sterling et al., 2008)。研究者通常采用韦氏量表测验被试智商，其中包含言语智商，是个体使用语言分析和解决问题的能力，主要由词汇和相似性组成；还有非言语智商部分，是一种个体利用视觉或者手势信息进行推理的能力，主要是方块设计和矩阵推理 (Hanley et al., 2015)。这些能力都在社会交往中起着极其重要的作用，尤其是和人沟通交谈的时候。van der Geest, Kemner, Verbaten 和 van Engeland (2002)选取和普通被试言语能力匹配的 ASD 组，发现两组在注视不同情绪面孔的核心区域没有差别；Norbury 等(2009)选取与控制组的言语能力匹配的 ASD 组，结果同样发现注视面孔的社会信息没有组间差异。但是 Shic, Chawarska, Bradshaw 和 Scassellati (2008)选取的是和 ASD 者年龄匹配的普通被试作为控制组，未进行言语智商匹配；结果却发现在注视时间上，ASD 组比控制组更少注视眼睛和嘴部。智商不匹配可能会增大组间差异，这种较大的组间差异不仅是由 ASD 者的特有社交障碍症状造成的，同时也有可能是两组本身的认知功能缺陷造成的。

### 1.2.3　症状严重程度

自闭症的症状严重程度有高、中、低三个等级。研究者将韦氏智力测验的智商在 55 以下的称为“低功能自闭症”，智商接近正常或以上的称为“高功能自闭症”；功能性越高，表明症状越轻，智商也趋近正常(DeMyer et al.,1974)。高功能自闭症的被试认知发展较为健全、病症较轻、在实验过程中能较好地进行配合，因此研究者广泛采用这部分被试作为 ASD 组。研究发现，当实验组选取智力正常的高功能自闭症时，高功能自闭症组比控制组更多地注视嘴部(Neumann, Spezio, Piven, & Adolphs, 2006; Sterling et al., 2008)。而将智力稍差的中、低功能自闭症作为实验组时，他们则比控制组更少注视嘴部(李元, 2014；龙细连, 2012；龙细连，陈顺森，白学军, 2015)。同时 Chawarska 和 Shic (2012)也发现，ASD 面孔核心区域注视时间与其症状严重程度成负相关，即 ASD 者注视时间越长，自闭症症状越轻微。Chita-Tegmark 未将这个重要的影响社会注意的因素纳入元分析。

### 1.2.4　任务方式

常见的任务方式有自由浏览和情绪识别两类(Hanley et al., 2015; Klin & Jones, 2015)。经典研究发现在情绪识别和自由观看两种实验任务下，ASD 者都呈现面孔核心区的回避注视模式(Pelphrey et al., 2002)。但在以自由浏览为任务的一些研究中，ASD 者未表现出对嘴部的偏好(Hanley et al., 2013; Tenenbaum et al., 2014)。自由浏览任务具有良好的生态效度，较为接近日常生活中的真实社交场景，会涉及到面孔加工的常见认知过程(如：注意分配、特征加工和知觉背景信息的整合)，因此研究者倾向于选用了该种范式(Guiraud et al., 2012; Hanley et al., 2013, 2015; Saalasti et al., 2012)；而在涉及面孔细节识别的情绪识别任务上，情绪识别需要对面孔信息进行提取编码，因此 ASD 者会比自由浏览的情绪更多地注视社会信息丰富的眼睛和嘴部，获取足够多的面孔信息，才能完成情绪辨认等识别任务。

### 1.2.5　面孔方向

面孔方向对于普通人识别面孔信息很重要，尤其是面孔空间信息的结构特点以及结构之间关系，在 Papagiannopoulou 等(2014)中未进行具体分析。在面孔正立的情况下，普通人将面孔视为互相有联系的构形刺激，采用整体加工的方式进行面孔加工；面孔倒置的时候，面孔构形中的整体性受到破坏，倒立面孔则不能采取整体加工策略(汪海玲，傅世敏，2011)。因此普通人的正立面孔比倒立面孔再认成绩更好，即“面孔倒置效应” (face inversion effect) (Farah, Tanaka, & Drain, 1995)。ASD 者倾向于采用局部偏向的视觉加工方式，且将局部信息整合成整体信息的知觉功能有所缺陷，而且较少在整体水平加工处理信息；尤其是面孔加工，较少表现出“面孔倒置效应” (Hobson, Ouston, & Lee, 1988)。

### 1.2.6　社交场景

社交场景丰富度指的是刺激材料中的人物多寡，即社会信息较少的单人场景和社会信息丰富的多人交流。有研究认为刺激情景的丰富性不会影响 ASD 者的注视方式，即呈现单人和多人场景图片，ASD 组和普通被试没有组间差异(Riby & Hancock, 2008)。但是 Hanley 等人(2013)发现呈现

独立面孔时, ASD 者和控制组表现一样, 但是在社会信息丰富的条件下, ASD 组对面孔的眼睛区域注视显著减少。但是在 Papagiannopoulou 等(2014)中未进行分析。Chita-Tegmark (2016)在ASD者注视社会信息的元分析中, 发现ASD者和普通人在注视社会信息时, 受到社交场景丰富程度的影响最大, 即社交场景单一的刺激呈现时的两组效应量小于丰富场景的刺激呈现时的效应量。这可能是因为ASD者本身核心病症是社会功能障碍, 对社会信息较为迟钝, 呈现的刺激中包含的社会信息越丰富, 一方面控制组会更多注视刺激, 一方面 ASD 者会更回避注视刺激, 造成组间效应量增加。

### 1.3 研究预期

研究在综述以往研究观点和实验发现的基础上, 采用更加客观的元分析方法, 对已有自闭症者加工面孔的眼睛和嘴部信息的眼动研究进行重新整理、计算效应量, 以期为现有研究的不一致结论提供更加客观的信息。根据已有文献综述和ASD 者的核心症状为社会功能障碍, 元分析预期: 眼睛和嘴部注视时间上, ASD 组均显著少于控制组(假设 1)。同时注视方式可能会受到 ASD者与控制组之间的被试特点和实验内容等调节变量的影响, 所以本研究还提出以下假设: 儿童组的效应量显著大于成年组(假设 2), 言语智商不匹配的效应量大于匹配组, 非言语智商不匹配的效应量大于匹配组(假设 3), 中低功能自闭症组的效应量显著大于高功能自闭症组(假设 4), 自由浏览范式的效应量显著大于辨认任务(假设 5), 面孔正立的效应量显著大于面孔倒置(假设 6), 多个面孔呈现的效应量显著小于单一面孔呈现(假设 7)。

## 2 方法

### 2.1 文献搜索

采用英文和中文文献检索的方式进行文献检索。对于英文文献的检索, 在 PubMed、PsyINFO、PsyARTICLES、Web of Science 和 ProQuest 博硕士论文全文数据库等英文数据库中, 将"autism"、"autism spectrum disorders"和"eye tracking"、"eye gaze"、"eye movement"、"face process"、"face perception"作为关键词进行联合检索。在中国知网、万方数据库和中国知网优秀硕博士毕业论文等中文数据库中将"自闭症"、"自闭症谱系障碍者"和"眼动"、"面孔加工"作为关键词进行联合检索。最后为了使检索到的文献更加完整全面, 采用文献回溯的方法和 Google Scholar 进行补查。

### 2.2 文献纳入与排除

本研究参考以往文献, 选取以下标准进行筛选: (1)必须是眼动技术的实证研究; (2)研究中包含实验组和控制组, 实验组是 ASD 者, 而控制组包含普通被试、低风险自闭症者(家族三代没有自闭症); (3)文献涵盖完整的注视时间数据或者刻度清晰的图表, 报告实验组和控制组的样本量, 注视时间的平均值和标准差, 或者组间 $t$ 值、$F$ 值等; (4)文献至少报告被试对眼睛或者嘴部的注视时间的其中一个。最终符合标准的文献有 27 篇, 其中英文文献 18 篇, 中文 9 篇。

### 2.3 文献编码与效应量计算

根据纳入研究分析, 对眼睛和嘴部的注视时间分别进行调节变量编码, 调节变量包括: (1)年龄: 儿童和成年人; (2)言语智商匹配度: 匹配和不匹配; (3)非言语智商匹配度: 匹配和不匹配; (4)症状的严重程度: 高功能和中低功能的自闭症; (5)面孔方向: 正立和倒置; (6)实验范式: 自由浏览和辨别任务; (7)社交场景: 单一面孔和多人面孔。

如果实验组和控制组的智商总分没有统计学差异的, 则将该实验的言语智商和非言语智商均编码为匹配; 如果两组的言语智商分数没有统计学差异, 也将其编码为匹配; 如果两组的言语智商存在统计学差异, 则编码为不匹配(Chita-Tegmark, 2016)。非言语智商的编码亦然。为了有效区分和前人研究的差异, 进行更好的比较, 将ASD组平均年龄16岁以下的编码为儿童, 16岁以上则为成人(Papagiannopoulou et al., 2014)。

不同文献的研究目的和方法不是统一的, 因此眼睛和嘴部的注视时间是分开编码。由于不同的条件中的调节变量不一样, 所以单篇文献的效应量可能不是唯一的。所以同一篇文献内多个条件, 就会使得生成效应量过多, 致使部分文献权重过大, 导致结果偏差(Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009), 所以本研究把调节变量一致的实验结果用 CMA V2.0 (Comprehensive meta-analysis)合并, 将合并效应量(pooled effect size)作为纳入元分析的最终效应量。实验组即自闭症谱系障碍者, 控制组为普通被试, 将 Cohen's $d$ 作为效应量。最终有 27 篇符合标准的文献被纳入元分

析, 25 篇中包含眼睛注视时间, 20 篇中包含嘴部注视时间。在眼睛注视时间上共生成 43 个独立效应量, 而在嘴部注视时间上生成了 36 个独立效应量。纳入元分析的 27 篇文献具体编码和结果见表 1。

**2.4　模型选定**

元分析大多数采用固定效应模型或者随机效应模型(Borenstein et al., 2009)。在固定效应模型中, 假设纳入的研究有一个真实效应, 即固定效应, 而每个研究结果的不同是因为抽样误差的影响。但是在随机效应模型中, 允许不同研究间的真实效应不同;不同研究的效应值可以看作是从无限个数目的研究中抽取的, 那么研究的真实效应就会服从某均值的分布。实际上可以假设是从这些效应值中随机取样, 即随机效应。基于以上假设, 固定效应模型和随机效应模型的平均效应量、调节效应和置信区间等计算方式都会不一样, 所以应从不同研究的理论和目的出发进行模型的选择。元分析过程按照 Borenstein 等(2009)给出的建议, 采用随机效应模型。

**2.5　发表偏差**

具有统计意义结果的研究更有机会被发表, 而已发表文章更容易纳入元分析, 有可能致使实际纳入的文献与理论纳入的文献之间存在系统误差, 出现发表偏差, 影响到元分析结果(Borenstein et al., 2009)。所以本研究采用漏斗图、失安全系数(Rosenthal's $N_{fs}$)和 Egger 线性回归检验(Egger linear regression test)检测发表偏差是否存在。

## 3　结果

**3.1　主效应检验**

随机效应模型分析 ASD 者和普通被试的眼睛和嘴部注视时间(见表 2)。眼睛和嘴部注视时间的效应量 $d$ 分别为−0.75 和−0.29, 根据 Cohen (1992)对效应量量大小的界定(0.2、0.5、0.8 分别为小、中、大效应量), 所以眼睛注视时间为中等效应量, 嘴部注视时间则是小效应量。而且眼睛的注视时间双侧检验 $p$ 值小于 0.001, 这说明 ASD 者对于面孔重要信息(眼睛)存在加工障碍, 对于 ASD 识别具有重要的价值。

**3.2　异质性检验**

针对眼睛和嘴部注视时间这两个结果变量进行异质性检验(见表 3)。眼睛和嘴部注视时间的 Q 检验都是显著差异($p$ < 0.001), 证明选取随机效应模型是正确的。关于 $I^2$ 的大小界定, 25%、50%和 75%分别视为异质性的小、中、大界限(Borenstein et al., 2009), 经 Cochrane 系统评价, 只要 $I^2$ 不大于 50%, 其异质性是可以接受的(Higgins & Green, 2011)。本研究的眼睛和嘴部注视时间的 $I^2$ 分别是 60.7% ($p$ < 0.001)和 86.1% ($p$ < 0.001), 表明在眼睛和嘴部的注视时间上, 由效应量的真实差异造成的变异在占总变异的分别是 60.7%和 86.1%。由于高异质性还表明可能会有调节变量对效应量产生重要的潜在调节作用(Cooper, 1991), 所以需要进一步检验调节变量的作用。

**3.3　调节效应检验**

本研究主要就年龄、言语智商匹配等 7 种变量是否对眼睛和嘴部的注视时间起到调节作用开展一系列分析(见表 4 和表 5)。

在眼睛注视时间上：年龄对注视时间起显著调节作用, 儿童组的效应量($d_{儿童}$ = −0.89)大于成人组的效应量($d_{成人}$ = −0.04), 儿童组的效应量显著($p$ < 0.01)。面孔方向对注视时间起显著调节作用, $Q_B$ (1) = 13.15, $p$ < 0.001; 正立面孔的效应量($d_{正立}$ = −0.79)大于倒置面孔($d_{倒置}$ = 0.31), 正立面孔条件下的效应量显著($p$ < 0.001), 倒置面孔条件下的效应量不显著; 其他条件未呈现显著的调节效应。

在嘴部注视时间上: 年龄对注视时间起显著调节作用, 儿童组的效应量($d_{儿童}$ = 0.40)小于成人组的效应量($d_{成人}$ = −0.56), 儿童组的效应量显著($p$ < 0.05)。言语智商匹配性对注视时间起显著调节作用, 言语智商匹配的效应量($d_{言语智商匹配}$ = 0.63)大于言语智商不匹配($d_{言语智商不匹配}$ = −0.62), $Q_B$ (1) = 8.73, $p$ < 0.01, 言语智商不匹配的条件下效应量显著($p$ < 0.001), 匹配条件下的效应量不显著; 非言语智商匹配性也对注视时间起边缘显著调节作用, 非言语智商匹配的效应量($d_{非言语智商匹配}$ = 0.27)小于非言语智商不匹配($d_{非言语智商不匹配}$ = −0.51), $Q_B$ (1) = 3.00, $p$ = 0.08, 非言语智商不匹配的条件下效应量显著($p$ < 0.05), 匹配条件下的效应量不显著; 自闭症的严重程度对注视时间同样起显著调节作用, 高功能自闭症的效应量($d_{高功能}$ = 0.43)小于中低功能自闭症的效应量($d_{中低功能}$ = −0.65), $Q_B$ (1) = 5.18, $p$ < 0.05, 中低功能自闭症条件下的效应量显著($p$ < 0.001)。高功能条件下的效应量不显

**表 1 眼睛和嘴部注视时间的元分析**

| 研究 | 样本 | 年龄 | 言语 智商 | 非言语智商 | 功能性 | 任务范式 | 面孔倒置 | 社交场景 | 结果变量 | 效应量 | 95% CI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chawarska et al., 2012 | 44 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | M | −1.12 | [−1.80, −0.45] |
| Dalton et al., 2005 E1 | 23 | CH | MA | MA | / | DIS | NO | OP | E | −0.76 | [−1.61, 0.09] |
| Dalton et al., 2005 E2 | 30 | CH | MA | MA | / | DIS | NO | OP | E | −0.82 | [−1.57, −0.07] |
| Dalton et al., 2007 | 24 | CH | MA | MA | / | DIS | NO | OP | E& M | −0.90 & −0.47 | [−1.74, −0.06] & [−1.28, 0.34] |
| Fletcher-Watson et al., 2009 | 27 | AD | MA | NMA | HIGH | FR | NO | OP | E | −0.37 | [−1.14, 0.40] |
| Fletcher-Watson et al., 2009 | 27 | AD | MA | NMA | HIGH | DIS | NO | OP | E | −0.11 | [−0.87, 0.65] |
| Guiraud et al., 2012 | 49 | CH | NMA | NMA | HIGH | FR | NO | OP | E&M | −0.28 & −0.25 | [−0.86, 0.31] & [−0.84, 0.33] |
| Hanley et al., 2013 | 28 | AD | MA | MA | HIGH | FR | NO | MP | E&M | −1.44 & −0.19 | [−2.27, −0.61] & [−0.93, 0.55] |
| Hanley et al., 2015 | 22 | AD | MA | MA | / | FR | NO | OP | E&M | −1.05 & 1.14 | [−1.94, −0.16] & [0.24, 2.04] |
| Neumann et al., 2006 | 20 | AD | MA | MA | HIGH | DIS | IN | OP | E&M | 0.57 & 3.52 | [−0.32. 1.47] & [2.12, 4.92] |
| Neumann et al., 2006 | 20 | AD | MA | MA | HIGH | DIS | NO | OP | E&M | −1.36 & 3.70 | [−2.04, −0.67] & [2.68, 4.72] |
| Riby et al., 2008 | 40 | AD | MA | NMA | LOW | FR | NO | MP | E | −1.27 | [−1.94, −0.59] |
| Riby et al., 2008 | 40 | AD | NMA | MA | LOW | FR | NO | MP | E | −1.04 | [−1.70, −0.38] |
| Rice et al., 2012 | 63 | CH | MA | MA | HIGH | FR | NO | OP | E&M | −0.75 & −0.64 | [−1.27, −0.23] & [−1.16, −0.13] |
| Saalasti et al., 2012 | 23 | AD | NMA | NMA | HIGH | DIS | NO | OP | E&M | −2.20 & −0.67 | [−3.25, −1.15] & [−1.53, 0.19] |
| Saalasti et al., 2012 | 23 | AD | NMA | NMA | HIGH | DIS | NO | OP | E&M | 0.89 & −0.51 | [0.02, 1.77] & [−1.36, 0.34] |
| Shic et al., 2008 | 51 | CH | NMA | MA | / | FR | NO | OP | E&M | −0.71 & −2.38 | [−5.83, 4.41] & [−5.79, −0.77] |
| Speer et al., 2007 | 19 | CH | MA | MA | HIGH | DIS | NO | OP | E | −1.29 | [−2.28, −0.31] |
| Sterling et al., 2008 | 35 | AD | MA | MA | HIGH | FR | NO | OP | E&M | −0.70 & 0.04 | [−1.18, −0.21] & [−0.63, 0.70] |
| Tenenbaum et al., 2014 | 27 | AD | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | M | −0.001 | [−0.76, 0.75] |
| van der Geest et al., 2002 E1 | 34 | CH | MA | MA | / | DIS | NO | OP | E | −0.04 | [−0.71, 0.63] |
| van der Geest et al., 2002 E2 | 29 | CH | MA | MA | / | FR | NO | OP | E&M | −0.63 & 0.15 | [−1.38, 0.12] & [−0.59, 0.88] |
| van der Geest et al., 2002 E2 | 29 | CH | MA | MA | / | FR | IN | OP | E&M | 0.13 & −0.33 | [−0.61, 0.86] & [−1.07, 0.40] |
| Wagner et al., 2013 | 36 | AD | MA | MA | HIGH | FR | NO | OP | E&M | −0.36 & −0.26 | [−1.02, 0.30] & [−0.92, 0.40] |
| White et al., 2015 | 33 | CH | NMA | NMA | / | DIS | NO | OP | E | −0.68 | [−1.39, 0.03] |

续表

| 研究 | 样本 | 年龄 | 言语 智商 | 非言语智商 | 功能性 | 任务范式 | 面孔倒置 | 社交场景 | 结果变量 | 效应量 | 95% CI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 陈顺森, 2011 E1 | 33 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −0.55 & −0.85 | [−1.26, 0.16] & [−1.37, −0.33] |
| 陈顺森, 2011 E2 | 33 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −0.17 & −0.26 | [−0.87, 0.53] & [−0.95, 0.42] |
| 陈顺森, 2012 | 33 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −0.48 & −0.84 | [−1.19, 0.23] & [−1.57, −0.12] |
| 陈顺森, 2012 S1 | 32 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −1.40 & 0.33 | [−2.17, −0.63] & [−0.37, 1.03] |
| 陈顺森, 2012 S14 | 32 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −0.54 & −0.15 | [−1.25, 0.16] & [−0.84, 0.54] |
| 陈顺森, 2012 S2 | 34 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −0.39 & −0.53 | [−1.06, 0.29] & [−1.22, 0.15] |
| 陈顺森, 2012 S3 | 36 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −0.77 & −0.43 | [−1.45, −0.09] & [−1.10, 0.23] |
| 陈顺森, 2012 S4 | 34 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −0.55 & −0.06 | [−1.24, 0.13] & [−0.73, 0.61] |
| 陈顺森, 2012 S6 | 40 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −0.68 & 0.07 | [−1.32, −0.04] & [−0.55, 0.70] |
| 陈顺森, 2012 S8 | 21 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −1.17 & −0.47 | [−1.83, −0.52] & [−1.31, 0.38] |
| 陈顺森, 2012 S9 | 19 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −1.31 & −0.23 | [−2.02, −0.61] & [−0.87, 0.41] |
| 江雪芳, 2013 S3 | 32 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −2.53 & −0.69 | [−3.46, −1.60] & [−1.40, 0.02] |
| 江雪芳, 2013 S4 | 32 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | MP | E&M | −0.48 & −7.88 | [−1.19, 0.23] & [−9.93, −5.83] |
| 金丽, 2011 | 22 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −0.39 & −0.07 | [−1.06, 0.29] & [−0.90, 0.77] |
| 李元, 2014 | 57 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E | 0.001 | [−0.52, 0.52] |
| 龙细连, 2012 S2 | 12 | CH | NMA | NMA | LOW | FR | NO | OP | E | −0.68 | [−1.32, −0.04] |
| 龙细连, 2012 S3 | 12 | CH | NMA | NMA | LOW | FR | NO | OP | E&M | −0.11 & −0.91 | [−1.24, 1.02] & [−2.10, 0.28] |
| 龙细连, 2015 | 28 | CH | NMA | NMA | LOW | FR | NO | OP | E | −0.51 | [−1.36, 0.34] |
| 汪巧玲, 2013 S1 | 28 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E&M | −1.23 & 1.90 | [−2.04, −0.43] & [1.00, 2.79] |
| 汪巧玲, 2013 S2 | 28 | CH | NMA | NMA | / | FR | NO | OP | E | −1.75 | [−2.63, −0.88] |

注：CH, 儿童; AD, 成人。NMA, 不匹配; MA, 匹配。HIGH, 高功能自闭症; LOW, 中低功能自闭症。DIS, 辨别范式; FR, 自由浏览。NO, 面孔正立; YES, 面孔倒置。OP, 单人; MP, 多人。E, 眼睛注视时间; M, 嘴部注视时间。

表 2 注视时间的主效应检验

| 结果变量 | $k$ | $N$ | $d$ | 95% CI |
|---|---|---|---|---|
| 眼睛注视时间 | 43 | 1343 | $-0.75^{***}$ | [−0.93, −0.56] |
| 嘴部注视时间 | 36 | 1112 | −0.29 | [−0.63, 0.05] |

注：$k$ 代表独立效应量个数，$N$ 代表样本量(下同)，$^{***}p < 0.001$ (双尾检验)。

著；任务方式也起到调节作用，自由浏览的效应量($d_{自由浏览} = -0.48$)小于辨识任务($d_{辨识任务} = 0.90$)，$Q_B(1) = 3.41$, $p = 0.07$，自由浏览的条件下效应量显著($p < 0.05$)，辨别任务条件下的效应量不显著。

### 3.4 发表偏差检验

首先检查元分析发表偏差的漏斗图(见图 1 和图 2)可以发现，眼睛和嘴部注视时间的文献都均匀地分布在总效应值的两侧，这表明不存在发表偏差。漏斗图是一种主观的检验发表偏差的方法，所以还需要使用失安全系数(Rosenthal's $N_{fs}$)和Egger's 检验进一步地准确测量(见表 6)。

首先，失安全系数(Rosenthal's $N_{fs}$)表示的是使得该元分析结果发生逆转还需要纳入的文献数，

表 3 效应量的异质性检验

| 结果变量 | 异质性 | | | | Tau−squared | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $Q$ | $df(Q)$ | $p$ | $I^2$ | Tau−squared | SE | 方差 | Tau |
| 眼睛 | 106.91 | 42 | < 0.001 | 60.72 | 0.22 | 0.08 | 0.01 | 0.47 |
| 嘴部 | 250.84 | 35 | < 0.001 | 86.05 | 0.93 | 0.27 | 0.07 | 0.96 |

表 4 眼睛的注视时间的调节效应检验

| 调节变量 | $k$ | $N$ | $d$ | 95% CI | 异质性 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $Q_B$ | $df$ | $p$ |
| 年龄 | | | | | | | |
| 儿童 | 31 | 982 | $-0.89^{***}$ | [−1.09, −0.69] | 6.82 | 1 | 0.009 |
| 成人 | 12 | 361 | −0.04 | [−0.70, 0.02] | | | |
| 言语智商 | | | | | | | |
| 匹配 | 17 | 526 | $-0.65^{***}$ | [−0.90, −0.39] | 0.82 | 1 | > 0.05 |
| 不匹配 | 26 | 817 | $-0.82^{***}$ | [−1.07, −0.56] | | | |
| 非言语智商 | | | | | | | |
| 匹配 | 16 | 523 | $-0.69^{***}$ | [−0.93, −0.44] | 0.30 | 1 | > 0.05 |
| 不匹配 | 27 | 820 | $-0.79^{***}$ | [−1.05, −0.53] | | | |
| 自闭症严重程度 | | | | | | | |
| 高功能 | 12 | 390 | $-0.60^{**}$ | [−1.01, −0.18] | 1.35 | 1 | > 0.05 |
| 中低功能 | 5 | 132 | $-0.96^{***}$ | [−1.43, −0.50] | | | |
| 任务方式 | | | | | | | |
| 自由浏览 | 34 | 1093 | $-0.79^{***}$ | [−0.99, −0.58] | 0.69 | 1 | > 0.05 |
| 辨别任务 | 9 | 250 | $-0.60^{**}$ | [−0.99, −0.20] | | | |
| 面孔方向 | | | | | | | |
| 正立 | 41 | 1294 | $-0.79^{***}$ | [−0.97, −0.61] | 13.15 | 1 | <0.001 |
| 倒置 | 2 | 49 | 0.31 | [−0.26, 0.87] | | | |
| 社交场景 | | | | | | | |
| 单人 | 39 | 1216 | $-0.70^{***}$ | [−0.88, −0.51] | 1.48 | 1 | > 0.05 |
| 多人 | 4 | 127 | $-1.23^{**}$ | [−2.08, −0.39] | | | |

注：$Q_B$ 代表组间异质性 $Q$ 检验，$^{*}p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$, $^{***}p < 0.001$ (双尾检验)。

**表 5　嘴部的注视时间的调节效应检验**

| 调节变量 | $k$ | $N$ | $d$ | 95% CI | 异质性 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $Q_B$ | $df$ | $p$ |
| 年龄 | | | | | | | |
| 儿童 | 25 | 790 | $0.40^{**}$ | [−0.93, −0.19] | 4.93 | 1 | 0.026 |
| 成人 | 11 | 322 | −0.56 | [−0.36, 1.16] | | | |
| 言语智商 | | | | | | | |
| 匹配 | 10 | 297 | 0.63 | [−0.11, 1.37] | 8.73 | 1 | 0.003 |
| 不匹配 | 26 | 815 | $-0.62^{***}$ | [−0.98, −0.25] | | | |
| 非言语智商 | | | | | | | |
| 匹配 | 12 | 375 | 0.27 | [−0.55, 1.10] | 3.00 | 1 | 0.08 |
| 不匹配 | 24 | 737 | $-0.51^{**}$ | [−0.83, −0.18] | | | |
| 自闭症严重程度 | | | | | | | |
| 高功能 | 9 | 281 | 0.43 | [−0.42, 1.28] | 5.18 | 1 | 0.02 |
| 中低功能 | 4 | 109 | $-0.65^{***}$ | [−1.04, −0.26] | | | |
| 任务方式 | | | | | | | |
| 自由浏览 | 30 | 953 | $-0.48^{**}$ | [−0.80, −0.16] | 3.41 | 1 | 0.07 |
| 辨别任务 | 6 | 159 | 0.90 | [−0.53, 2.32] | | | |
| 面孔方向 | | | | | | | |
| 正立 | 34 | 1063 | $-0.37^{*}$ | [−0.71, −0.03] | 0.98 | 1 | > 0.05 |
| 倒置 | 2 | 49 | 1.55 | [−2.23, 5.32] | | | |
| 社交场景 | | | | | | | |
| 单人 | 33 | 999 | −0.27 | [−0.65, 0.11] | 0.63 | 1 | > 0.05 |
| 多人 | 3 | 113 | $-0.52^{*}$ | [−1.03, −0.02] | | | |

注：$Q_B$ 代表组间异质性 $Q$ 检验，$^{*}p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$, $^{***}p < 0.001$ (双尾检验)。

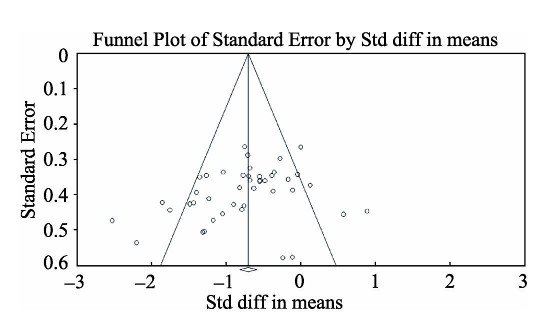



图 1　眼睛注视时间的研究的漏斗图(注：Y 轴为标准误)

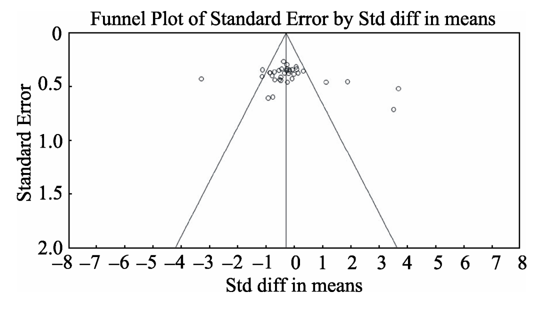



图 2　嘴部注视时间的研究的漏斗图(注：Y 轴为标准误)

**表 6　发表偏差检验结果**

| 结果变量 | Rosenthal's $N_{fs}$ | Egger's intercept | $SE$ | 95% CI | $p$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 眼睛注视时间 | 1731 | −2.71 | 1.31 | [−5.35, −0.08] | >0.01 |
| 嘴部注视时间 | 147 | −0.42 | 2.18 | [−4.85, 4.01] | >0.01 |

如果小于临界值 $5k + 10$ ($k$ 指元分析中的独立效应量个数)，则表明可能存在发表偏差(Rothstein, Sutton, & Borenstein, 2005)。本研究中，眼睛注视时间的失安全系数远大于临界值，说明这些研究的元分析结果存在发表偏差的可能性较小；嘴部注视时间的失安全系数小于临界值，可能存在一定的发表偏差。随后进行 Egger's 检验，Egger 线性回归检验的回归方程截距(Egger's intercept)越接近 0，则表明存在发表偏差的可能性越小(Egger,

Smith, Schneider, & Minder, 1997)。Egger's 检验结果表明眼睛和嘴部的 $p$ 值均不显著，所以存在发表偏差的可能性较小。

## 4 讨论

本元分析综合在 ASD 领域中的近年眼动研究，对 ASD 者面孔加工中对眼睛、嘴部区域的注视时间进行了科学归纳。结果表明，与普通人相比，ASD 者更少注视眼睛区域，但是注视嘴部没有差别。其中，面孔方向是注视眼睛的重要调节变量；言语智商和非言语智商的匹配性、自闭症症状的严重程度以及任务方式则是影响嘴部注视时间的重要调节变量。

### 4.1 ASD 者仅回避眼睛，嘴部注视没有差别

主效应的结果分析表明，眼睛的注视时间效应量达到−0.75，即在面孔加工时，ASD 者比普通人更少注视眼睛区域；注视嘴部时间和普通人没有差异($d$ = −0.29)，未呈现注视回避嘴部，这和已有元分析结果一致(Papagiannopoulou et al., 2014)。元分析结果说明，ASD 者没有出现对面孔中的嘴部更少的注视，不支持回避嘴部的假设。这个结果有效区分嘴部在 ASD 者面孔加工扮演的角色：ASD 者的嘴部注视方式和普通人是相同的，未出现过多或过少注视的现象。该结果一方面验证了猜想，即嘴部区域信息未在 ASD 者的面孔加工时表现出特殊作用——回避或补偿作用，这可能是由于个别实验中的刺激材料人物声音来源是嘴部，嘴部的视听一致性会吸引 ASD 者的无意义凝视(Klin et al., 2002)；另一方面则是支持了眼睛威胁假说，ASD 者呈现稳定的回避眼睛，将眼睛视为厌恶刺激亦或是对眼睛这样的社会信息丰富刺激高度敏感，引起中央回路的高度激活和杏仁核的非典型激活，唤起了焦虑这类情感状态(Corden, Chilvers, & Skuse, 2008; Dalton et al., 2005, Joseph, Ehrman, McNally, & Keehn, 2008)。因此回避注视眼睛是一种适应性反馈，眼神接触使得 ASD 者产生高生理唤醒。本元分析的结果，对于解决已有研究中 ASD 者面孔加工中的眼睛和嘴部注视特点的争议，具有重要的价值和理论意义。

### 4.2 哪些因素影响 ASD 者的面孔加工？

调节作用的检验结果表明，年龄对眼睛和嘴部注视时间均有调节作用，符合假设 2。ASD 儿童比普通儿童更少注视眼睛区域($d$ = −0.80)，更多注视嘴部($d$ = 0.40)；但是成年 ASD 和普通成人注视时间均无差异。从发展的角度，仅有 ASD 儿童出现嘴部补偿的现象，表现出注视嘴部来获取社会信息是发展过程中的重要阶段，尤其是获取视听同步性的信息，但是这种特征会在成年期消失(Nakano et al., 2010)。另一方面成年 ASD 和普通成年人没有显著差异，可能是被纳入元分析的研究中成年组被试的年龄跨度较大，部分研究包括了青少年和成人(Dalton et al., 2005, Riby & Hancock, 2008)，使得结果较为分散没有显著结果。

言语智商和非言语智商不匹配时在注视嘴部的时间上的效应量分别达到了−0.62 和−0.51，验证了假设 3。结果表明，在 ASD 组和控制组的言语智商或非言语智商分别匹配时，两组注视嘴部没有差异；但是 ASD 组和控制组的言语智商、非言语智商不匹配时，ASD 者的注视嘴部时间均显著少于普通人。在 Chita-Tegmark (2016)的元分析中发现言语智商和非言语智商对 ASD 者的社会注意结果没有调节作用。但是本元分析的结果表明，注视嘴部是一个更加精确的关于社会信息测量指标。Flack-Ytter, Fernell, Gillberg 和 Von Hofsten (2010)通过分析社交障碍型和言语障碍型两种类型的 ASD 儿童，发现他们对眼睛和嘴巴的注视分配有所不同：社交情绪处理越好的 ASD 儿童，对眼睛注视越多；言语沟通处理越好的儿童，则对嘴部的注视时间越长(Falck-Ytter et al., 2010)。嘴部的过多注视仅仅在言语智商较高的 ASD 群体中有所表现，并不是在整体 ASD 者中均有所体现。研究发现言语智商匹配和非言语智商匹配性的结果表现出一致的趋势，支持了语言和非言语需要的交流和动作是由同一神经系统控制的这种假设(Bernardis, Bello, Pettenati, Stefanini, & Gentilucci, 2008; Fischer & Zwaan, 2008)。

症状严重程度是 ASD 者注视嘴部的重要影响因素。症状较轻的高功能 ASD 者与普通人注视嘴部区域没有差异。但是症状较为严重的中低功能 ASD 者比普通人更少注视嘴部($d$ = −0.65)，验证了假设 4。高功能 ASD 者的症状较轻，智商正常或接近正常，仅仅语言能力和获取社会信息的能力弱。但是中低功能 ASD 者的社会功能受损严重，智力有所欠缺，低于正常水平。所以中低功能 ASD 者更加回避注视面孔中社会信息丰富的核心区域，例如眼睛和嘴部；同时也较难理解嘴部区

域传递的言语信息(Chawarska et al., 2012; Bird, Press, & Richardson, 2011)。

任务范式对 ASD 者面孔加工有影响, 在自由浏览的任务下 ASD 者比普通人更少注视嘴部($d$ = −0.48), 但在辨别任务时自闭症和普通人没有差异, 符合假设 5。这说明自由浏览范式具有更好的生态效度, ASD 者会以他们的自然日常形式进行面孔加工, 尽可能地回避面孔中核心部位——社会信息丰富的区域(Pelphrey et al., 2002)。而在辨认范式下, ASD 者为了完成辨别情绪任务, 只能注视面孔的核心区域, 直到获取到足够的社会信息能做出辨别任务的决策。因此 ASD 者在辨别任务范式下注视眼睛和嘴部时间上和普通人没有区别。

元分析结果还发现在面孔正立的条件下, 眼睛的注视时间效应量较大($d$ = −0.79), 显著大于面孔倒置条件, 符合假设 6。在面孔正立的情况下, 对于普通被试, 面孔的结构信息和各个结构之间的关系十分重要, 因此面孔被视为互相且不可分割的整体结构进行认知加工。面孔倒置之后, 面孔的结构信息和整体化表征受到破坏, 知觉面孔的时间会变长, 再认的正确率也会降低。而在面孔正立时, ASD 者就倾向于根据面孔信息的方位等细节进行局部加工; 倒置面孔的认知过程中, 即使面孔整体性和结构性被破坏, ASD 者仍倾向于采用局部信息的加工方式, 不会出现面孔倒置效应(Joseph & Tanaka, 2003)。综上所述, 在面孔正立的条件下, ASD 者能知觉到眼睛作为社会信息的存在, 会将其视为威胁刺激, 回避注视该区域以便适应自身反馈; 但是在面孔倒置时, 由于面孔的各元素相依赖的结构框架遭到破坏, 普通人也会采用局部加工方式, 难以识别眼睛中的社会信息, ASD 者则将倒置面孔的眼睛视为局部的几何客体, 没有将其视为眼睛这样的社会意义丰富事物, 也没有感受到威胁和焦虑。所以面孔倒置时, ASD 者会比普通被试更多地注视眼睛, 这个时候仅仅将眼睛视为一般客体事物凝视。

刺激材料生态效度的效应量不显著, 未能验证假设 7。这表明 ASD 者的面孔加工障碍没有受到刺激材料的场景丰富性影响。尽管之前的元分析发现 ASD 者和控制组注视社会内容受到场景丰富性的影响最大(Chita-Tegmark, 2016), 但是需要注意的是研究中的社会内容是包含整个面孔, 没有具体区分眼睛和嘴部区域, 因此场景丰富程度越丰富, 面孔在图片中的面积占比就小, 因此注视时间也会相应减少。同时也有研究发现 ASD 者和控制组在复杂和单一面孔的任务中表现没有差异(Kemner, van der Geest, Verbaten, & van Engeland, 2007)。另外实验的刺激材料通常不能完全包含真实生活中的场景, 也没有全面体现真实生活中的互动性, 因此较难清晰指出刺激材料的生态效度具体效用。例如采用面对面的互动形式的方法, 考察 ASD 者的社会注意, 结果发现他们注视互动人物的方式和控制组没有差异(Falck-Ytter et al., 2015)。

## 5　总结与展望

眼动研究在自闭症研究领域不仅具有丰富的理论意义, 还具有非常宝贵的实践价值。基于元分析结果, 回避注视眼睛可以作为区分 ASD 者和普通人的标志, 嘴部注视还不能被视为区分标准。元分析的客观结果可以给我们提供新的思路, 调节变量的分析提示未来在进行实验时, 在被试的选取上, 控制组的选取上需要考虑到年龄、言语智商与非言语智商匹配情况和自闭症的严重程度是重要因素; 同时在实验刺激和任务范式的选择上, 特别需要注意到面孔刺激的方向和任务类型会影响到被试的面孔加工方式, 进而影响实验结果。

另外结合已有文献, 未来的研究可考虑从以下方面开展: (1)从发展的角度, 选取恰当的控制组, 纵向研究儿童 ASD 到成年这一过程注视面孔核心区域的变化, 观察嘴部与眼睛的注视特征, 才能清晰探讨 ASD 回避眼睛的行为是社交障碍的原因还是结果, 使得具有更加有说服力(Jones & Klin, 2013)。(2)已有研究者尝试使用头戴式眼动仪运用在实际场景, 捕获 ASD 儿童在面对面的自然社交场景中的注视模式(Falck-Ytter, 2015; Falck-Ytter et al., 2015), 但是由于相关研究还比较少, 面孔核心区域的兴趣区划分误差较大, 鲜少文献详细报告, 因此未将此方面纳入本元分析, 后续研究可进一步探讨生态效度的调节作用。(3)另外从空间频率的高低着手分析, 研究发现 ASD 者对面孔识别会受到空间频率的影响(Kätsyri, Saalasti, Tiippana, von Wendt, & Sams, 2008; Vlamings, Jonkman, van Daalen, van der Gaag, & Kemner, 2010), 视觉领域中的高空间频率信息能够传递较多的细

节，低空间频率面孔则倾向于展现整体特征信息。相比普通人，ASD 者更依赖于高空间频率信息辨识信息。但是由于大部分文献尚未在实验材料部分详细报告图片的空间频率，因此没有将空间频率信息作为注视时间的影响因素纳入本研究。未来的研究可以将空间频率这一变量进行具体实验分析和剖析其具体影响，从而能更细致全面地揭示 ASD 者的面孔加工方式。(4)还有部分研究阐述 ASD 者不同与普通人的神经机制和遗传基础(Ansel, Rosenzweig, Zisman, Melamed, & Gesundheit, 2016; Khan, Harney, Zavacki, & Sajdel-Sulkowska, 2014)，但由于自闭症异质性较大，杏仁核的非典型激活究竟是眼睛是威胁性刺激的形成原因还是结果，仍需要进一步的实证研究探讨。同时还需要注意到的是 ASD 者非典型的注视面孔模式是基因遗传造成还是后天形成的结果，仍需要进一步的实证研究去探索具体原因。

综上所述，得出如下结论：(1) ASD 者将眼睛视为威胁刺激，比普通人更少注视眼睛，注视嘴部没有差异，因此支持了眼睛威胁焦虑假设。(2)对 ASD 者面孔加工影响因素的分析发现，年龄、面孔方向是 ASD 者注视眼睛的重要调节变量，ASD 儿童、面孔正立的效应量较大。同时 ASD 的年龄、言语智商，非言语智商和控制组的匹配性、症状的严重程度、任务范式是嘴部注视时间的重要调节变量。其中当 ASD 者在儿童组、言语智商和非言语智商和控制组不匹配，中低功能和自由浏览的条件下，效应量更大。

## 参考文献


*为纳入元分析文献

陈顺森，白学军，沈德立，闫国利，张灵聪. (2011). 7～10 岁自闭症谱系障碍儿童对情绪面孔的觉察与加工. *心理发展与教育, 27*(5), 449–458.

陈顺森，白学军，沈德立，张灵聪. (2012). 背景性质对 7-10 岁自闭症谱系障碍儿童面孔搜索与加工的作用. *心理科学, 35*(4), 778–785.

陈顺森，白学军，张日昇. (2011). 自闭症谱系障碍的症状、诊断与干预. *心理科学进展, 19*(1), 60–72.

*江雪芳. (2013). *提示线索对自闭症儿童社交注意的影响* (硕士学位论文). 闽南师范大学，漳州.

*金丽，陈顺森. (2011). 自闭症儿童面孔加工的异常：来自眼动的证据. *漳州师范学院学报(自然科学版), 24*(4), 128–132.

*李元. (2014). *自闭症谱系障碍儿童视觉加工的视野偏向研究* (硕士学位论文). 闽南师范大学，漳州.

*龙细连. (2012). *自闭症儿童社交面孔加工特点研究* (硕士学位论文). 漳州师范学院，漳州.

*龙细连，陈顺森，白学军. (2015). 自闭症儿童对社交面孔的加工特点. *信阳师范学院学报(哲学社会科学版), 35*(3), 23–28.

王福兴，童钰，钱莹莹，谢和平. (2016). 眼动追踪技术与婴幼儿研究：程序、方法与数据分析. *心理与行为研究, 14*(4), 558–567.

汪海玲，傅世敏. (2011). 面孔倒置效应的研究与理论述评. *心理科学进展, 19*(11), 1588–1594.

*汪巧玲. (2013). *视线方向对自闭症儿童目光加工的影响* (硕士学位论文). 闽南师范大学，漳州.

Ansel, A., Rosenzweig, J. P., Zisman, P. D., Melamed, M., & Gesundheit, B. (2016). Variation in gene expression in autism spectrum disorders: An extensive review of transcriptomic studies. *Frontiers in Neuroscience, 10*, 601.

Aoki, Y., Cortese, S., & Tansella, M. (2015). Neural bases of atypical emotional face processing in autism: A meta-analysis of fMRI studies. *The World Journal of Biological Psychiatry, 16*(5), 291–300.

Bernardis, P., Bello, A., Pettenati, P., Stefanini, S., & Gentilucci, M. (2008). Manual actions affect vocalizations of infants. *Experimental Brain Research, 184*(4), 599–603.

Bird, G., Press, C., & Richardson, D. C. (2011). The role of alexithymia in reduced eye-fixation in autism spectrum conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 41*(11), 1556–1564.

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. UK: John Wiley & Sons.

*Chawarska, K., Macari, S., & Shic, F. (2012). Context modulates attention to social scenes in toddlers with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 53*(8), 903–913.

Chawarska, K., & Shic, F. (2009). Looking but not seeing: atypical visual scanning and recognition of faces in 2 and 4-year-old children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, *39*(12), 1663–1672.

Chita-Tegmark, M. (2016). Social attention in ASD: A review and meta-analysis of eye-tracking studies. *Research in Developmental Disabilities, 48*, 79–93.

Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin, 112*(1), 155–159.

Cooper, H. M. (1991). *Integrating research: A guide for literature reviews*. Newbury Park, CA, US: Sage Publications, Inc.

Corden, B., Chilvers, R., & Skuse, D. (2008). Avoidance of emotionally arousing stimuli predicts social–perceptual

impairment in Asperger's syndrome. *Neuropsychologia, 46*(1), 137–147.

*Dalton, K. M., Nacewicz, B. M., Alexander, A. L., & Davidson, R. J. (2007). Gaze-fixation, brain activation, and amygdala volume in unaffected siblings of individuals with autism. *Biological Psychiatry, 61*(4), 512–520.

*Dalton, K. M., Nacewicz, B. M., Johnstone, T., Schaefer, H. S., Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H., … Davidson, R. J. (2005). Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nature Neuroscience, 8*(4), 519–526.

DeMyer, M. K., Barton, S., Alpern, G. D., Kimberlin, C., Allen, J., Yang, E., & Steele, R. (1974). The measured intelligence of autistic children. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia, 4*(1), 42–60.

Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M., & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *British Medical Journal*, *315*(7109), 629–634.

Falck-Ytter, T. (2015). Gaze performance during face-to-face communication: A live eye tracking study of typical children and children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders, 17*, 78–85.

Falck-Ytter, T., Bölte, S., & Gredebäck, G. (2013). Eye tracking in early autism research. *Journal of Neurodevelopmental Disorders, 5*(1), 28.

Falck-Ytter, T., Carlström, C., & Johansson, M. (2015). Eye contact modulates cognitive processing differently in children with autism. *Child Development, 86*, 37–47.

Falck-Ytter, T., Fernell, E., Gillberg, C., & Von Hofsten, C. (2010). Face scanning distinguishes social from communication impairments in autism. *Developmental Science, 13*(6), 864–875.

Falck-Ytter, T., & von Hofsten, C. (2010). How special is social looking in ASD: A review. *Progress in Brain Research,* 189, 209–222.

Farah, M. J., Tanaka, J. W., & Drain, H. M. (1995). What causes the face inversion effect? *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance, 21*(3), 628–634.

Fischer, M. H., & Zwaan, R. A. (2008). Embodied language: A review of the role of the motor system in language comprehension. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 61*(6), 825–850.

*Fletcher-Watson, S., Leekam, S. R., Benson, V., Frank, M. C., & Findlay, J. M. (2009). Eye-movements reveal attention to social information in autism spectrum disorder. *Neuropsychologia, 47*(1), 248–257.

Greimel, E., Schulte-Rüther, M., Kamp-Becker, I., Remschmidt, H., Herpertz-Dahlmann, B., & Konrad, K. (2014). Impairment in face processing in autism spectrum disorder: A developmental perspective. *Journal of Neural Transmission, 121*(9), 1171–1181.

Guillon, Q., Hadjikhani, N., Baduel, S., & Rogé, B. (2014). Visual social attention in autism spectrum disorder: Insights from eye tracking studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 42*, 279–297.

*Guiraud, J. A., Tomalski, P., Kushnerenko, E., Ribeiro, H., Davies, K., Charman, T., ... the BASIS Team. (2012). Atypical audiovisual speech integration in infants at risk for autism. *PLoS One, 7*(5), e36428.

*Hanley, M., McPhillips, M., Mulhern, G., & Riby, D. M. (2013). Spontaneous attention to faces in Asperger syndrome using ecologically valid static stimuli. *Autism, 17*(6), 754–761.

*Hanley, M., Riby, D. M., Carty, C., McAteer, A. M., Kennedy, A., & McPhillips, M. (2015). The use of eye-tracking to explore social difficulties in cognitively able students with autism spectrum disorder: A pilot investigation. *Autism, 19*(7), 868–873.

Higgins, J. P., & Green, S. (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* 5.1.0. Oxford, UK: The Cochrane Collaboration.

Hobson, R. P., Ouston, J., & Lee, A. (1988). What's in a face? The case of autism. *British Journal of Psychology, 79*(4), 441–453.

Hutt, C., & Ounsted, C. (1966). The biological significance of gaze aversion with particular reference to the syndrome of infantile autism. *Systems Research & Behavioral Science, 11*(5), 346–356.

Jones, W., & Klin, A. (2013). Attention to eyes is present but in decline in 2-6-month-old infants later diagnosed with autism. *Nature, 504*(7480), 427–431.

Joseph, R. M., Ehrman, K., McNally, R., & Keehn, B. (2008). Affective response to eye contact and face recognition ability in children with ASD. *Journal of the International Neuropsychological Society, 14*(6), 947–955.

Joseph, R. M., & Tanaka, J. (2003). Holistic and part-based face recognition in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 44*(4), 529–542.

Kätsyri, J., Saalasti, S., Tiippana, K., von Wendt, L., & Sams, M. (2008). Impaired recognition of facial emotions from low-spatial frequencies in Asperger syndrome. *Neuropsychologia, 46*(7), 1888–1897.

Kemner, C., van der Geest, J. N., Verbaten, M. N., & van Engeland, H. (2007). Effects of object complexity and type on the gaze behavior of children with pervasive developmental disorder. *Brain & Cognition, 65*(1), 107–111.

Khan, A., Harney, J. W., Zavacki, A. M., & Sajdel-Sulkowska, E. M. (2014). Disrupted brain thyroid hormone homeostasis and altered thyroid hormone-dependent brain gene

expression in autism spectrum disorders. *Journal of Physiology & Pharmacology, 65*(2), 257–272.

Klin, A., & Jones, W. (2015). Measurement and mismeasurement of social development in infants later diagnosed with Autism Spectrum Disorder. *International Journal of Statistics in Medical Research, 4*(2), 180–187.

Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of General Psychiatry, 59*(9), 809–816.

Moriuchi, J. M., Klin, A., & Jones, W. (2017). Mechanisms of diminished attention to eyes in autism. *American Journal of Psychiatry, 174*(1), 26–35.

Nakano, T., Tanaka, K., Endo, Y., Yamane, Y., Yamamoto, T., Nakano, Y., ... Kitazawa, S. (2010). Atypical gaze patterns in children and adults with autism spectrum disorders dissociated from developmental changes in gaze behaviour. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 277*(1696), 2935–2943.

*Neumann, D., Spezio, M. L., Piven, J., & Adolphs, R. (2006). Looking you in the mouth: Abnormal gaze in autism resulting from impaired top-down modulation of visual attention. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 1*(3), 194–202.

Norbury, C. F., Brock, J., Cragg, L., Einav, S., Griffiths, H., & Nation, K. (2009). Eye-movement patterns are associated with communicative competence in autistic spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 50*(7), 834–842.

Nummenmaa, L., & Calder, A. J. (2009). Neural mechanisms of social attention. *Trends in Cognitive Sciences, 13*(3), 135–143.

Papagiannopoulou, E. A., Chitty, K. M., Hermens, D. F., Hickie, I. B., & Lagopoulos, J. (2014). A systematic review and meta-analysis of eye-tracking studies in children with autism spectrum disorders. *Social Neuroscience, 9*(6), 610–632.

Pelphrey, K. A., Sasson, N. J., Reznick, J. S., Paul, G., Goldman, B. D., & Piven, J. (2002). Visual scanning of faces in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 32*(4), 249–261.

Pierce, K., Conant, D., Hazin, R., Stoner, R., & Desmond, J. (2011). Preference for geometric patterns early in life as a risk factor for autism. *Archives of General Psychiatry, 68*(1), 101–109.

*Riby, D. M., & Hancock, P. J. B. (2008). Viewing it differently: Social scene perception in Williams syndrome and autism. *Neuropsychologia, 46*(11), 2855–2860.

*Rice, K., Moriuchi, J. M., Jones, W., & Klin, A. (2012). Parsing heterogeneity in autism spectrum disorders: Visual scanning of dynamic social scenes in school-aged children. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 51*(3), 238–248.

Rothstein, H. R., Sutton, A. J., & Borenstein, M. (2005). *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment and adjustments*. New Jersey, NJ, US: John Wiley & Sons, Inc.

*Saalasti, S., Kätsyri, J., Tiippana, K., Laine-Hernandez, M., von Wendt, L., & Sams, M. (2012). Audiovisual speech perception and eye gaze behavior of adults with Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 42*(8), 1606–1615.

Senju, A., & Johnson, M. H. (2009). Atypical eye contact in autism: Models, mechanisms and development. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 33*(8), 1204–1214.

*Shic, F., Chawarska, K., Bradshaw, J., & Scassellati, B. (2008). Autism, eye-tracking, entropy. In *7th IEEE International Conference on Development and Learning* (pp.73–78). Monterey, CA: IEEE.

*Speer, L. L., Cook, A. E., McMahon, W. M., & Clark, E. (2007). Face processing in children with autism: Effects of stimulus contents and type. *Autism, 11*(3), 265–277.

Spezio, M. L., Adolphs, R., Hurley, R. S. E., & Piven, J. (2007). Abnormal use of facial information in high-functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 37*(5), 929–939.

*Sterling, L., Dawson, G., Webb, S., Murias, M., Munson, J., Panagiotides, H., & Aylward, E. (2008). The role of face familiarity in eye tracking of faces by individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 38*(9), 1666–1675.

Sun, X., Allison, C., Matthews, F. E., Zhang, Z. X., Auyeung, B., Baron-Cohen, S., & Brayne, C. (2015). Exploring the underdiagnosis and prevalence of autism spectrum conditions in Beijing. *Autism Research, 8*(3), 250–260.

Szatmari, P. (2011). What are ASC? In S. Bölte & J. Hallmayer (Eds), *Autism Spectrum Conditions: FAQs on autism, asperger syndrome, and atypical autism answered by international experts* (pp. 3–7). Boston, MA, US: Hogrefe Publishing.

Tanaka, J. W., Lincoln, S., & Hegg, L. (2003). A framework for the study and treatment of face processing deficits in autism. In H. Leder & G Swartzer (Eds.), *The development of face processing* (pp. 101–119). Berlin: Hogrefe Publishers.

*Tenenbaum, E. J., Amso, D., Abar, B., & Sheinkopf, S. J. (2014). Attention and word learning in autistic, language delayed and typically developing children. *Frontiers in Psychology, 5*, 490.

*van der Geest, J. N., Kemner, C., Verbaten, M. N., & van Engeland, H. (2002). Gaze behavior of children with pervasive developmental disorder toward human faces: A fixation time study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 43*(5), 669–678.

Vlamings, P. H. J. M., Jonkman, L. M., van Daalen, E., van der Gaag, R. J., & Kemner, C. (2010). Basic abnormalities in visual processing affect face processing at an early age in autism spectrum disorder. *Biological Psychiatry, 68*(12), 1107–1113.

*Wagner, J. B., Hirsch, S. B., Vogel-Farley, V. K., Redcay, E., & Nelson, C. A. (2013). Eye-tracking, autonomic, and electrophysiological correlates of emotional face processing in adolescents with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 43*(1), 188–199.

*White, S. W., Maddox, B. B., & Panneton, R. K. (2015). Fear of negative evaluation influences eye gaze in adolescents with autism spectrum disorder: A pilot study. *Journal of Autism & Developmental Disorders, 45*(11), 3446–3457.

# How do autism spectrum disorders process human face? A meta-analysis of eye-tracking studies

HAO Yanbin; WANG Fuxing; XIE Heping; AN Jing; WANG Yuxin; LIU Huashan

(*Hubei Human Development and Mental Health Key Laboratory;*

*School of Psychology, Central China Normal University, Wuhan* 430079, *China*)

**Abstract:** Aberrant eye gaze is one of important indicators for autism spectrum disorders (ASD) according to previous studies. Recent eye tracking studies yield inconsistent findings on whether ASD may pay less attention towards the mouth region compared with typical development (TD) participants. In this study, a meta-analysis is conducted with fixation durations on both eyes and mouth regions as dependent variables. Twenty-seven eligible ASD eye-tracking studies were included in the current study. As a result, 43 independent effect sizes containing 1,343 participants are computed in the eye-related meta-analysis, and 36 independent effect sizes containing 1,112 participants in the mouth-related meta-analysis are analyzed. The results revealed that individuals with ASD fixated significantly shorter on the eye region than the TD ($d$ = −0.75). However, no significant difference was found on fixation duration of the mouth region between two groups ($d$ = −0.29). The moderator analysis indicated that age ($d_{\text{children}}$ = −0.89, $d_{\text{adult}}$ = −0.04) and face inversion ($d_{\text{upright}}$ = −0.79, $d_{\text{inverted}}$ = 0.31) moderated eye-related fixation duration. In addition, age ($d_{\text{children}}$ = 0.40, $d_{\text{adult}}$ = −0.56), verbal IQ ($d_{\text{match}}$ = 0.63, $d_{\text{no match}}$ = −0.62), nonverbal IQ ($d_{\text{match}}$ = 0.27, $d_{\text{no match}}$= −0.51), the severity of autism ($d_{\text{high function}}$ = 0.43, $d_{\text{low function}}$ = −0.65), and task types ($d_{\text{free view}}$ = −0.48, $d_{\text{discrimination task}}$ = 0.90) moderated the effect of experimental manipulation on the mouth-related fixation duration. These findings suggest that fixation duration on the eye region is a potential indicator of ASD but the mouth region may not be.

**Key words:** autism spectrum disorders; eye-tracking; face process; meta-analysis; eye